



TITLE:

住宅照明設計における単位光束法の開発に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

松下, 進

CITATION:

松下, 進. 住宅照明設計における単位光束法の開発に関する研究. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20696>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	松下 進
論文題目	住宅照明設計における単位光束法の開発に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、地球温暖化問題対策としての電気エネルギー削減を社会背景とし、住宅分野での普及が見込まれる固体光源および多灯分散照明方式に対応した照明設計法を開発したものである。一般の住宅設計者を対象として複雑な照度計算を不要とし、昼光利用も可能とした。この照明設計法を一般的な住宅照明設計プロセスに適用することにより、光環境の質を向上させて省エネルギーを達成しながらも設計工数を低減する可能性を検討した。各章の内容は以下のように要約される。</p> <p>第1章では、まず研究の社会背景として地球温暖化問題、原発依存度低減、再生可能エネルギーの導入等に関連して照明の省エネルギーの必要性を述べた。住宅照明分野における省エネルギーに関する取り組みや照明設計法の現状を概括し、研究の目的を述べた。</p> <p>第2章では、住宅照明に関する既往の設計技術を概説し、その問題点を解決する方向性を考察した。その際、照明方式や照明設計法、照度計算理論や照明設計プロセスなどの既往の照明設計技術、および既往の省エネルギー評価技術を整理し、海外の動向も踏まえて、単位光束法の必要性および考慮すべき項目を明確化した。</p> <p>第3章では、単位光束法の考え方および設計プロセスについて考察した。まずは、一般施設の照明設計時に広く用いられている光束法を参考に、室内全体の光束を明るさの基準とし、ゾーニングの考え方を踏まえて室内のランプ光束および消費電力を検討できる単位光束法（ランプ）を開発した。その際、光束法で用いられる照明器具ごとの照明率表に変わるものとして、単位空間において床面の基準照度を得ることができるランプ光束である単位光束を一覧表とした単位光束表をデータベースとして整備した。これにより、天井照明器具および従来光源を対象とし、多灯分散照明方式にも対応した、簡易な照明設計法を考案した。</p> <p>次に、ランプ分離型照明器具にしか対応していなかった単位光束法（ランプ）を、LEDなどの固体光源を用いるランプ一体型照明器具にも対応する単位光束法に再構築した。具体的には、単位光束法で用いる数式内のランプ光束を器具光束に変更し、総合効率を固有エネルギー消費効率に変更した。更に、天井照明器具のみを対象としていた単位光束法を、照明器具高さが天井高さとは異なるペンダントライトなどにも対応させた。具体的には、照明器具高さと各照明器具高さにおける単位光束との相関から、天井照明器具を用いた場合（天井高さである照明器具高さ 2.4m の場合）の単位光束を照明器具高さにより補正する式を導出した。</p> <p>第4章では、複数の照明プランに単位光束法を用いた場合の計算精度を検証した。設計パラメータを変化させて照明プランを複数作成し、床面平均照度および床面照度均斉度における計算精度を詳細シミュレーションと比較した。その計算精度を踏まえて、明</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	松下 進
<p>視照明ゾーン内における照明器具の配光、平面位置および高さに関する項目の組み合わせに応じた適用範囲一覧表を作成した。これにより、単位光束法の利用者が、照明器具に関する項目の組み合わせの適用可否、および適用可能な場合における各項目の組み合わせの良否を判断できることとなった。</p> <p>第5章では、昼光利用による省エネルギーのため、昼間の室内に必要な昼光の光束を単位光束法により計算する方法を示した。このとき、窓面を均等拡散面光源と仮定することにより、腰窓および掃出し窓の単位光束表を作成した。この単位光束表により、窓面の仕様（面積および透過率）を簡易に検討できるようになった。</p> <p>第6章では、昼光による単位光束法と照明による単位光束法を結合して、照明器具による一日を通じた消費電力量の算出方法および消費電力量削減による省エネルギー効果の算出方法を構築した。すなわち、昼光による単位光束法を用いて昼間に不足する室内の光束を算出し、その不足分の光束を補う照明器具の器具光束を照明による単位光束法で算出して、その補足分の光束から消費電力を算出することにより、昼間の室内で必要な消費電力および消費電力量を計算する方法を示した。一方、夜間の生活スケジュールと生活行為を整理し、夜間の室内で必要な消費電力および消費電力量を計算する方法を示した。この方法は、従来の算出方法と比較して、昼間においては昼光の変動を考慮した消費電力量を手計算で算出できる特長があり、夜間においては実際に近い点灯状況を反映して消費電力量を算出できる特長があることを示した。</p> <p>第7章では、前章までの研究結果および一般的な住宅の照明設計プロセスを踏まえて、一連の単位光束法を住宅照明設計プロセスへ適用することにより設計の効率化の可能性を検討した。その際、照明設計プロセスを設計者の裁量範囲の小さい項目と裁量範囲の大きい項目に分類して、設計者の裁量範囲の小さい項目に一連の単位光束法を適用することにより定型的プロセスを明確にした。さらに、畳数法および詳細法といった従来の照明設計法を適用する場合と本研究にて開発した一連の単位光束法を適用する場合との違いを、設計例を踏まえて比較した。その結果、手戻りが少なく設計手順の数を減らせることから詳細法を用いる場合に比較して設計工数を低減できること、多灯分散照明方式を採用できることから光環境の質の向上と省エネルギーが実現できること、プロセスを定型化することにより専門知識に乏しい設計者であっても極端な問題がある設計に陥ることを防止できること、などの優位性を示した。</p> <p>第8章では本研究の成果の成果をまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、地球温暖化問題対策としての電気エネルギー削減を社会背景とし、住宅分野での普及が見込まれる固体光源および多灯分散照明方式に対応した照明設計法を開発したものである。一般の住宅設計者を対象として複雑な照度計算を不要とし、昼光利用を可能とした。この照明設計法を一般的な住宅照明設計プロセスに適用することにより、光環境の質を向上させて省エネルギーを達成しながらも設計工数低減の可能性を検討した。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 住宅における多灯分散照明方式に対応する照明設計法として、天井照明器具および照明器具高さが天井高さと異なるペンダントライトなども対象とする単位光束法を開発した。光源は、従来光源および固体光源を対象としている。また、住宅建築設計者を対象とする簡易な照度計算法である。その計算精度を検討した上で、適用可能範囲を明確化し実用化を行っている。
2. 一日の消費電力量および省エネルギー効果の算出方法を示した。そのために必要な一連の手法として、1) 昼間の室内に必要な昼光の光束を複雑な照度計算を行わずに算出できる昼光による単位光束法、2) 昼光による単位光束法と人工照明による単位光束法の結合により計算した昼間の室内で必要な消費電力量と単位光束法により計算した夜間の室内で必要な消費電力量を合計して一日の消費電力量を計算する方法、3) 昼間の窓面照度および、夜間の生活スケジュールと生活行為から照明器具の点灯状況を導出して昼間、夜間および一日の消費電力量削減による省エネルギー効果を簡易に計算する方法等を整備した。
3. 開発した一連の単位光束法を住宅照明設計プロセスへ適用する方法を考察し、単位光束法を適用する照明設計プロセスの優位性として、1) 室内の照度分布を検討する詳細な照明設計を用いる場合と比較して手戻りが少なく、設計工数が30%程度短縮できること、2) 多灯分散照明方式を採用できることから、光環境の質の向上と省エネルギーが実現できること、3) プロセスの定型化により、専門知識に乏しい設計者であっても極端な問題のある設計に陥ることを防止できること等を示した。

以上のように、本論文は、住宅照明設計における単位光束法の開発と実用化に資するものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年8月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

要旨公開可能日：平成29年9月25日以降